資料18－1－1

「もんじゅ」の設備健全性確認と保全計画について

平成21年4月22日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

目次

１．「もんじゅ」の設備健全性確認について
２．施設保全の計画的実施について

１．「もんじゅ」の設備健全性確認について

「もんじゅ」の設備健全性確認における活動

設備健全性確認計画※に基づく点検・試験

※長期停止プラント（高速増殖原型炉もんじゅ）の設備健全性確認計画書【平成18年9月施行】

改造工事確認試験（86項目）

プラント確認試験（141項目）、
水・蒸気系設備機能確認試験（10項目）

長期停止後の設備点検

点検要領書/点検報告書

・接触型ナトリウム漏えい検出器の誤警報（H20.3, H20.9）
・屋外排気ダクト腐食孔（H20.9）

トラブルの評価

追加すべき視点：
・不具合・劣化事象の想定は十分か？
⇒ 過去に遡って不具合・劣化事象の洗出し
・点検方法は妥当か？
⇒ 点検の妥当性評価

不具合・劣化事象の洗い出し

点検の妥当性評価
・点検手法の確認
・点検結果の確認

措置

不具合対策・水平展開

H20.10～

追加点検・補修

不具合・劣化設備の補修

設備の健全性確認

「もんじゅ」の設備健全性確認について

・目的

「もんじゅ」の運転再開に向け、長期に停止している「もんじゅ」の設備全体について、点検・試験を行い、プラントの試運転が可能な状態であることを確認する。

・設備健全性確認計画に基づく点検・試験状況　（平成21年4月21日現在）

① 改造工事確認試験　：　完了（86項目）
② 長期停止後の設備点検：　239項目中 211項目終了
③ プラント確認試験　：　141項目中 133項目終了

・確認結果の妥当性評価

①不具合・劣化事象の抽出 ：　もんじゅ特有設備の過去の保守実績の調査を終了
（保修票約600件、点検報告書約1800件、技術資料約1300件）

②妥当性評価の実施状況　：　過去の保守実績で抽出された不具合・劣化事象を踏まえて、設備健全性の点検内容が妥当であることを確認する。（実施中）

・点検・試験の結果を踏まえた対応状況

① 点検で確認された不具合・劣化設備の補修：　⇒原子炉補機冷却海水系配管の取替など
② 追加点検：　⇒排気筒支持構造物外観・肉厚測定、補修など
③ 不具合対策及び水平展開：
1）屋外排気ダクトの腐食孔　⇒あて板補修及び計画的な点検、屋外同種設備点検
2）接触型ナトリウム漏えい検出器（CLD）の誤警報⇒　(1) 1次メンテナンス冷却系CLD対策
(2) 2次系オーバフロータンクCLD対策

・工程変更に伴う点検

これまでに健全性を確認した設備について、設備健全性確認結果を踏まえ設定した点検頻度に基づき、定期的な点検によって設備の健全性が維持されていることを継続的に確認する。
（例） 格納容器漏えい率試験、燃料出入設備本体点検、炉外燃料貯蔵設備点検など

長期停止後の設備点検の進捗

平成21年4月21日実績

○長期停止後の設備点検（全239項目）

炉心確認試験前までに実施予定の設備の点検（全207項目）	40%出力プラント確認試験前までに実施予定の設備の点検（全32項目）

○211項目終了

193項目終了	18項目終了

試験区分	終了項目数／全項目数	終了した主な点検	今後実施する主な点検
1. 原子炉本体	9／12	・炉心上部機構外観点検 ・しゃへいプラグ性能・機能確認	・ブランケット燃料集合体外観確認※1
2. 燃料取扱貯蔵設備	43／43	・燃料交換装置点検 ・燃料貯蔵容器点検	—
3. 1次冷却系設備	21／24	・1次主冷却系中間熱交換器点検 ・1次主冷却系循環ポンプ点検	・1次アルゴンガス系設備点検※1
4. 2次冷却系設備	26／26	・蒸発器・過熱器点検 ・2次主冷却系循環ポンプ点検	—
5. 水・蒸気系設備	16／25	・蒸気タービン分解点検	・水・蒸気系主配管肉厚測定※2
6. 原子炉補助設備	13／15	・機器冷却系設備点検	・原子炉補機冷却海水系設備点検※1
7. 計測制御設備	17／19	・原子炉容器内計装点検 ・プロセス計装点検	・制御棒駆動機構作動確認※1 ・破損燃料検出装置点検※1
8. 廃棄物処理設備	16／18	・気体廃棄物処理系設備点検 ・液体廃棄物処理系設備点検	・固体廃棄物処理設備点検※2
9. 放射線管理用設備	4／4	・エリアモニタリング設備点検 ・プロセスモニタリング設備点検	—
10. 原子炉格納容器等	8／9	・原子炉格納容器附帯設備点検	・原子炉格納容器全体漏えい率検査※1
11. ディーゼル発電設備等	38／44	・ディーゼル発電機設備分解・開放点検	・発電機点検※2

※1：炉心確認試験開始前までに実施予定　　※2：40%出力プラント確認試験前までに実施予定（一部、当該設備の運転開始前までに実施予定のものを含む）

妥当性評価の実施状況

○目的

屋外排気ダクトの腐食孔等の不具合事例を踏まえ、設備健全性確認計画に基づく設備の点検結果についてダブルチェック（担当者、非担当者）により妥当性を確認する。

○妥当性評価の実施状況

・これまでに摘出された主な追加点検対象設備、機器とその確認結果及び対応状況等を以下に示す。

設備，機器	確認結果	対応状況等
排気筒	肉厚測定において、最大減肉量の特定が出来ていなかった。	・1月～2月に筒身の点検（外観点検、肉厚測定)を実施し著しい腐食がないことを確認している。 ・支持構造物の点検（外観点検、肉厚測定）及び補修を7月までに完了予定。
格納容器貫通配管	結露発生が考えられる箇所の外観点検及び肉厚測定が一部しか実施されていなかった。	2～3月に点検（外観点検、肉厚測定）を実施し、著しい腐食がないことを確認している。
1次ナトリウム純化系窒素ガス冷却配管	肉厚測定が実施されていなかった。	点検（肉厚測定）及び補修塗装を8月までに完了予定。
1次アルゴンガス系配管	使用環境から腐食減肉は僅少であるが、念のための代表箇所の肉厚測定が実施されていなかった。	点検（肉厚測定）を6月までに完了予定。
機器冷却系計装配管	外観点検が実施されていなかった。	点検（外観点検）を6月までに完了予定。
ナトリウム・水反応生成物収納設備	・収納容器、配管表面の腐食抑制処置が実施されていない。 ・点火器の絶縁抵抗が実施されていなかった。	・収納容器、配管の腐食抑制処置を炉心確認試験前までに完了予定。 ・点火器の絶縁抵抗測定を炉心確認試験前までに完了予定。（事例を次頁に示す。）

・上記の追加点検を計画的に実施するとともに、不具合・劣化設備の補修等を炉心確認試験前までに完了させる予定である。

設備健全性確認結果の妥当性評価（例）

点検対象：ナトリウム・水反応生成物収納設備

評価の視点

- 点検方法の妥当性
- 不具合・劣化の処置の妥当性
- 点検結果の評価の妥当性

評価結果

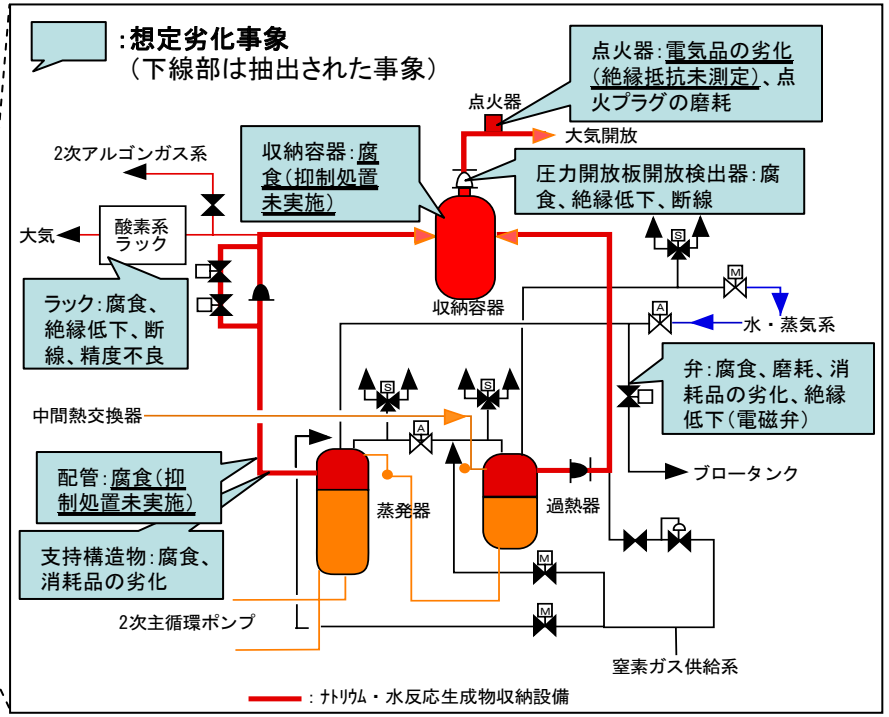
○不具合・劣化事象を確認できる点検方法となっているか、また、不具合・劣化を除去できる処置となっているかを確認し、設備健全性確認結果は妥当であると評価した。
○下記に抽出した事象を除き、設備健全性の維持のための処置が妥当であることを確認した。

抽出内容
・収納容器、配管表面の軽微なさびに対して腐食抑制処置がなされていない。
・点火器性能は確認しているが、絶縁抵抗を測定していない。

追加点検・補修

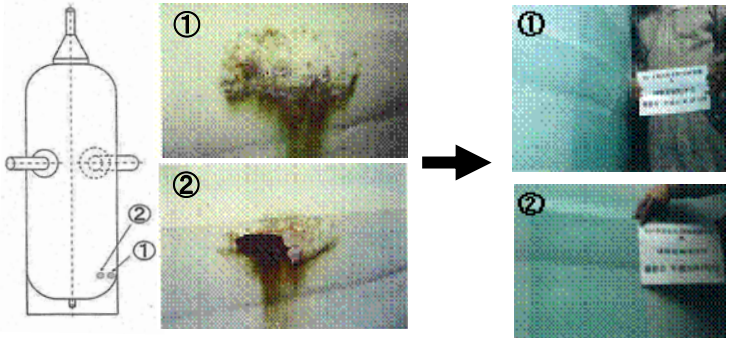
追加点検・補修の実施
・収納容器、配管表面の軽微なサビに対して腐食抑制処置を実施する。
・点火器の絶縁抵抗測定を実施する。

計画的な点検計画の策定と実施

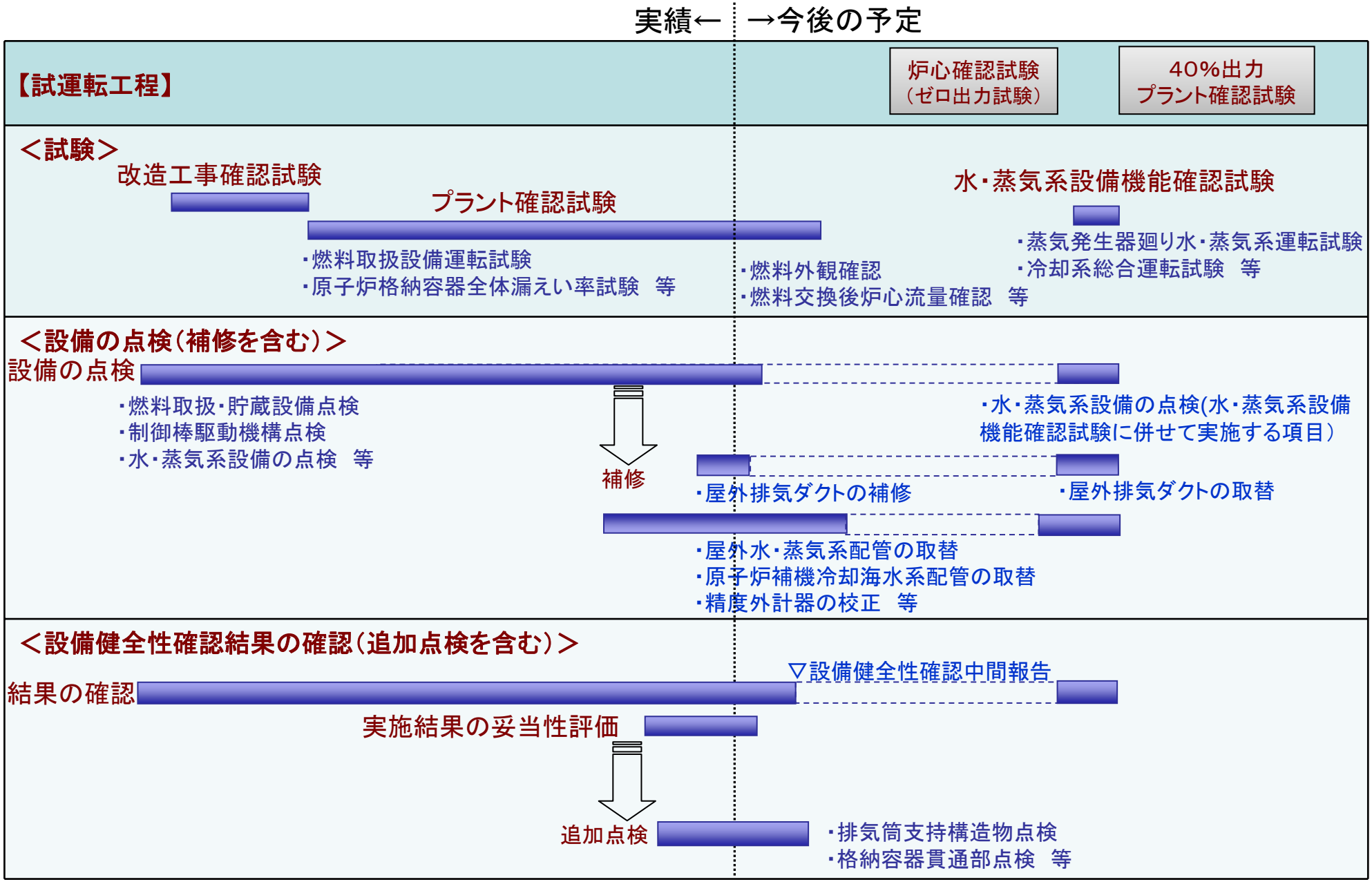


収納容器の点検状況

＜腐食抑制処置実施前＞　＜腐食抑制処置実施後＞



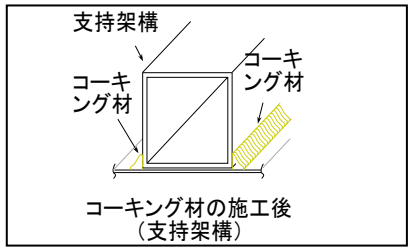
設備健全性確認の主要工程



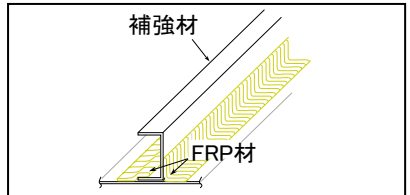
トラブル対応状況(1):屋外排気ダクトの補修

屋外排気ダクトは、安全上重要な設備であるため、早期復旧が重要と判断し、短期的対策として、当該腐食孔部や板厚が4mm未満に減肉した範囲について、裏側から当て板（板厚6mm）105枚を溶接にて取り付ける。
また、支持架構や補強材のすき間への雨水浸入防止対策等を行う。

支持架構や補強材のすき間への雨水浸入防止対策



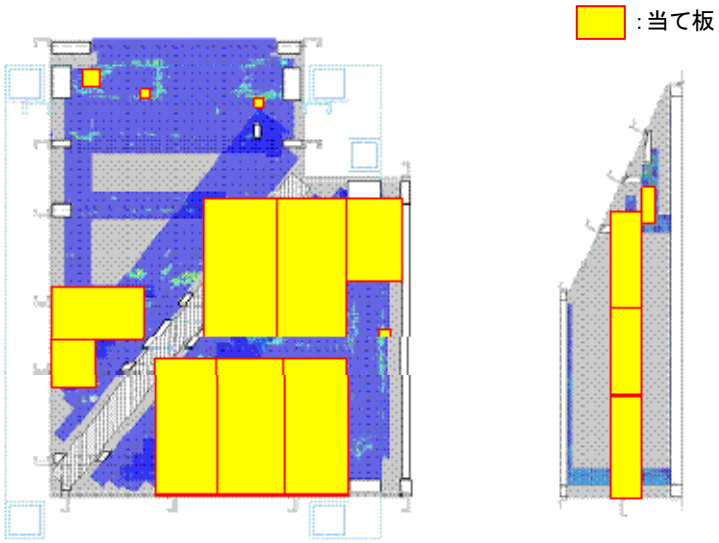
コーキング材の施工後
（支持架構）



FRP材の施工後
（補強材）

FRPとは、Fiber Reinforced Plasticsの略で、繊維で補強することによって強化されたプラスチックのこと。

当て板による補修箇所例



ダクト上面の例　　ダクト側面の例

腐食孔部の当て板溶接

当て板溶接後検査

		平成21年		
		3月	4月	5月
1	当て板仮付け	■		
2	当て板溶接		■	
3	当て板溶接後検査		■	
4	FRP施工、塗装等			■

トラブル対応状況（2）：ナトリウム漏えい検出器等の点検

【経　緯】

① 平成20年3月26日に1次メンテナンス冷却系CLDのナトリウム漏えい誤警報が発報。原因調査・究明を行った結果、CLDの据付不良（施工不良）が原因であったことから、ナトリウム漏えい検出器に関する点検計画を策定し、点検を実施した。

② その後、平成20年9月6日に2次系オーバフロータンクCLDの誤警報が発報。調査の結果、過去に経験していたイオンマイグレーションの再発であったことから、ナトリウム漏えい検出設備の過去の不具合事例の調査・点検を実施した。

③ ナトリウム漏えい検出器に係る不具合が続けて発生していることに対して、根本的な原因の分析を実施した。

【点検結果等】

①1次メンテナンス冷却系CLD誤警報への主な対応

- 誤警報が発報した同型のCLDについては、スウェージロックタイプに変更し、全数（252個）を交換した。
- その他のナトリウム漏えい検出器、差し込み構造を持つ計装品等に対して点検を実施し、据付不良がないことを確認した。

②2次系オーバフロータンクCLDの不具合等の対応

- 再発防止を図るため、今後の保全に反映すべき事項（点検頻度等）を検討・摘出し、保全計画に反映している。
- 誤警報が生じたCLDと同型の2次系CLDのうち、銀ロウ付けCLDの91個については、イオンマイグレーションが起こりにくい金ロウ付けCLDに交換（現在実施中）。加速試験（下段参照）にて金ロウ付けCLDの有効性を確認した。

③根本原因分析と今後の対応

- 組織要因に関する教訓を摘出し、具体的な対応策を行動計画に反映し改善活動を実施中

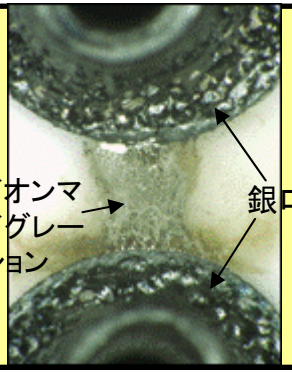
上記の点検結果等について取り纏め、平成21年2月27日 報告書（4月21日補正）を提出した。

【CLD加速試験の概要】

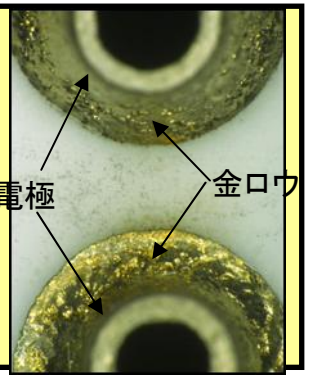
実機CLDを模擬した試験片（銀ロウタイプ、金ロウタイプ）を製作し、イオンマイグレーションの発生過程を模擬した条件（結露、高湿度、高温）にて加速試験を実施した。

試験の結果、銀ロウタイプにイオンマイグレーションが発生したが、金ロウタイプではイオンマイグレーションは発生せず、絶縁低下も起こらないことを確認した。

銀ロウタイプ（試験片の電極間に銀が析出し，短絡状態を再現）
試験条件：DC50V，325℃，120時間



金ロウタイプ（試験片の電極間に変化はなく絶縁低下も起こらないことを確認）
試験条件：DC50V，325℃，120時間

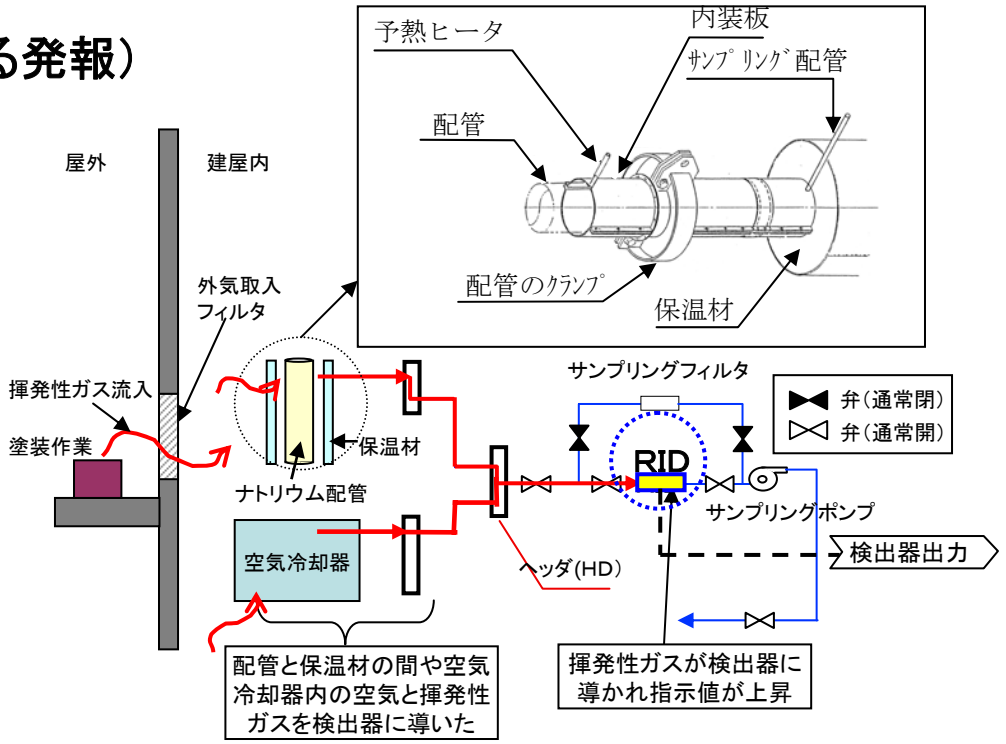


平成21年1月13日に発生したRID誤警報の原因と保安規定のナトリウムの漏えい監視に係わる運転上の制限について

①RIDの誤警報について（塗料揮発性ガスによる発報）

＜概要＞
平成21年1月13日14時30分頃、2次系CループのRID＊1のHD－5のナトリウム漏えい警報が発報した。
＜原因＞
原因調査によれば、外気取入フィルタ近傍で実施していた屋外の塗装作業の揮発性ガスが建屋内に流入し、その結果、揮発性ガスがRID検出器に吸い込まれたことにより、指示値が上昇し、警報が発報したものと特定された。
＜対策＞
今後の塗装作業においては、揮発性ガスが建屋内に流入しないよう、局所排風機等により外気取入フィルタから離れたところに排気することとした。

＊1：RID：放射線イオン化式検出器（Radiative Ionization Detector）



②保安規定のナトリウムの漏えい監視に係わる運転上の制限について

＜問題点＞
保安規定34条にナトリウムの漏えい監視に係わる運転上の制限事項及び逸脱時の対応が記載されているが、漏えいの誤警報時及び漏えい監視装置の故障時の措置について、運転上の制限逸脱の判断等を明確化し、より迅速な対応を図る必要がある。
＜対応＞
漏えいの誤警報時の対応手順、漏えい監視装置の故障時の代替監視方法を整理した上で、ナトリウムの漏えい監視に係わる運転上の制限逸脱の判断手順を明確化し、的確に対応措置が行えるように、保安規定及び所内文書の改正検討中。

設備健全性確認の結果（まとめ）

○「もんじゅ」は、長期停止設備の健全性確認計画に基づき、平成18年度に健全性確認作業に着手した。平成21年4月21日現在、炉心確認試験で必要な設備の約9割の点検を終えている。

○ 一方、昨年のナトリウム漏えい検出器や屋外排気ダクトの不具合の発生に伴い不具合・劣化事象を漏れなく確認できているか過去の不具合・劣化事象の調査等を行い、これまでの設備健全性確認結果の妥当性確認を行うとともに、今後の点検に反映している。

○ これまでの確認・評価の結果、腐食等の不具合・劣化により追加点検・補修が必要とされた設備については炉心確認試験前までに計画的に点検・補修を完了し、必要な設備の健全性を確保する。

○ 今後も継続して、設備点検および評価を行うとともに必要に応じて補修作業を実施することにより、炉心確認試験に必要な設備の健全性を確保していく。

　なお、40%出力プラント確認試験で稼動させる水・蒸気系設備については40%出力プラント確認試験開始前までに健全性を確認する計画である。

２．　施設保全の計画的実施について

保全プログラムの実施状況と改善

「もんじゅ」における保全プログラム実施状況

・「予防保全」を基本として、各設備毎に、点検頻度、内容を定めた点検計画に基づく施設保全の実施
・点検計画への運転保守経験の反映（トラブル事例、設備健全性確認結果、もんじゅ特有の設備に関する点検実績）

点検内容設定の考え(保全計画策定時)

1．メーカ基準
・メーカ取扱説明書、メーカ推奨、設計仕様書に基づき設定
2．社内基準
・「建設段階における保守管理の重要度管理要領」で定めた点検周期の目安(平成16年9月1日)に基づき設定
点検周期の目安の考え方は以下のとおり
1)「常陽」の運転・保守経験、機構内の研究開発成果、海外FBR・軽水炉のトラブル事例と最新の知見を基に、設備毎に点検周期を設定。
2)もんじゅの運転・保守実績及び補修実績を考慮
3)「高速増殖炉もんじゅの定期検査10年計画作成に関する調査における点検の考え方」を参考

点検内容改善状況

1．社内基準への反映
1）所内マニュアル（ナトリウム漏えい検出設備）
：CLDトラブルの反映
2）点検実績（点検報告書、技術資料）
3）設備健全性確認の妥当性評価の結果
4）保全の有効性評価結果

保全計画に基づく設備の点検の実施状況（例）

・換気空調設備（中央制御室排気ファンB等）の分解点検及び試運転により異常のないことを確認した。
・所内電源設備（メタクラ等）の外観点検及び作動確認により異常のないことを確認した。
・原子炉補機冷却水熱交換器の開放点検を実施。水室のライニングに劣化が確認され補修を実施。性能機能確認により異常のないことを確認した。

結果の確認・評価による保全計画への反映事項を検討中。

保全の実施

点検結果等を整備し保全計画に反映

1）保全活動の反映
建設後の点検記録やトラブル事例を含む保全活動で得られた情報を基に、定期的に保全計画の見直しを行い、順次保全計画に反映
2）設備健全性確認の妥当性評価の反映
設備健全性確認の妥当性評価の結果を保全計画の点検内容、点検周期に反映
3)点検・補修等の結果の確認・評価の反映
点検・補修等の結果の確認・評価の結果を保全計画の点検内容、点検周期に反映
4)保全の有効性評価(他プラントの運転・保守経験、科学的知見等)
保全の有効性評価にて、「常陽」、軽水炉等の運転・保守経験や最新の科学的知見を反映

結果の反映

設備保全の計画的実施状況（まとめ）

○「常陽」の運転・保守経験、海外FBR・国内軽水炉の運転経験及びトラブル事例等の知見を基に、「もんじゅ」の運転・保守実績を考慮し策定した社内基準及びメーカ基準に基づき、平成21年1月1日、炉心確認試験終了までの保全プログラム（保全計画）を策定した。

○より実効性を持った保全活動とするため、これまでにトラブル事例（CLD・屋外排気ダクト）を基に、点検時期、頻度の見直しを行っている。引き続き、もんじゅ特有設備の点検実績、設備健全性確認結果を反映した保全計画の見直しを行う。
また、今後とも計画的に点検を行い、結果の確認・評価や保全の有効性評価を行い、保全計画の改善を継続して進める。

< 参考 >

- 「もんじゅ」耐震安全性評価結果報告書の追補

「もんじゅ」耐震安全性評価結果報告書の追補

【「もんじゅ」耐震安全性評価に関する流れ】

平成20年3月31日 「もんじゅ」耐震安全性評価結果の報告

国の委員会による審議

追加調査の実施など、審議におけるご指摘を踏まえたデータの拡充・提供

（もんじゅ敷地内の追加ボーリング調査）

活断層等に係る評価の中間的整理

＜＜ポイント＞＞

○和布(めら)−干飯崎(かれいざき)沖断層及び甲楽城(かぶらき)断層の同時活動を考慮すべき（右図【1】）

○大陸棚外縁断層、B断層及び野坂断層の同時活動を考慮すべき（右図【2】）

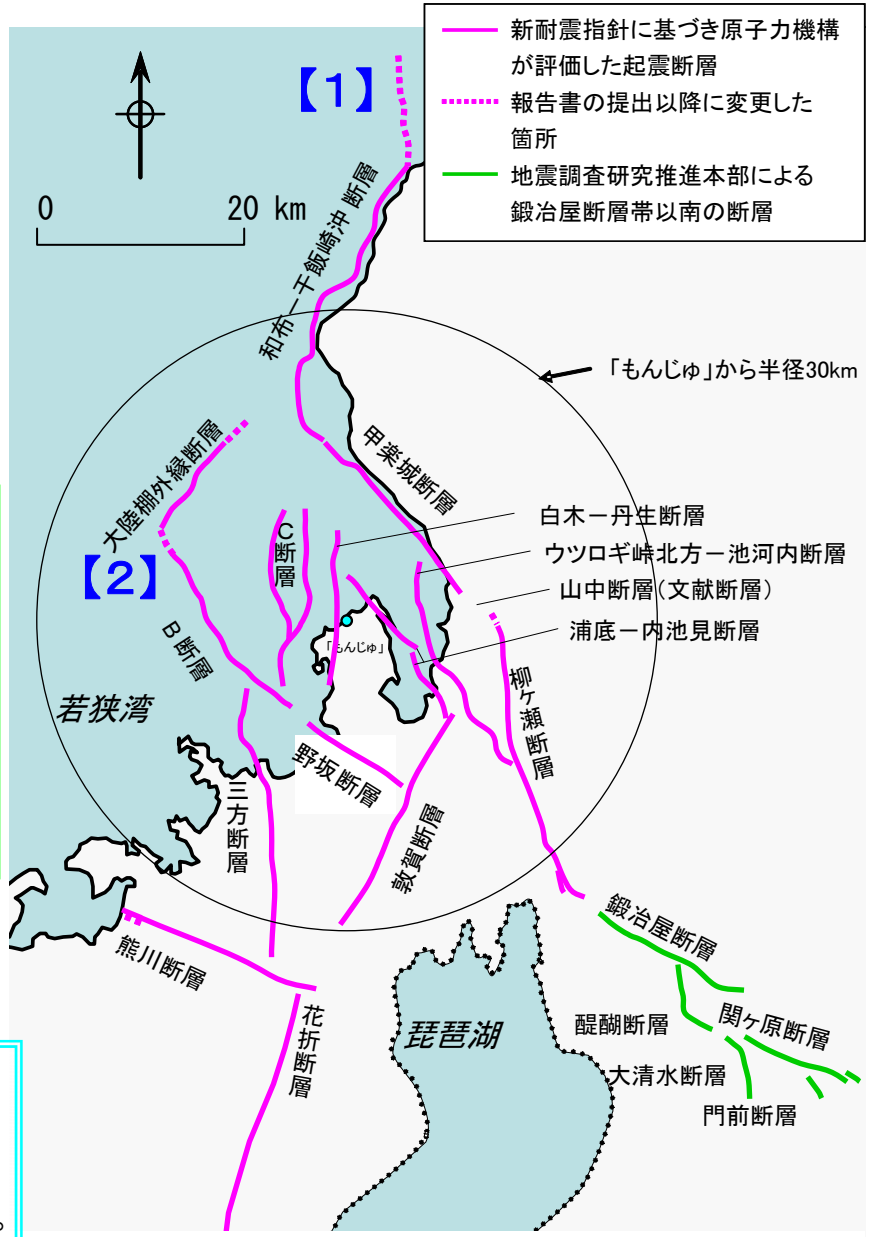
○和布−干飯崎沖断層・甲楽城断層、柳ケ瀬断層及び鍛冶屋断層～関ヶ原断層について基準地震動の妥当性確認の観点から、これらについて念のため同時活動を考慮すべき

基準地震動Ssの見直し

他サイトの耐震安全性評価に係る審議状況や新潟県中越沖地震の知見を反映して地震動評価を行い、基準地震動Ssを見直し。

（見直し前） （見直し後）

600ガル → **760ガル**



見直した基準地震動Ss(760ガル)に基づき安全上重要な主要設備の耐震安全性を評価し、先月31日に国にご報告。

引き続き、国の委員会では、地震動の評価条件等に関して審議が行われているところであり、機構としては、今後とも委員会でのご指摘等に対し、適切に対応してまいります。